

Ⅰ.東日本大震災と 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 の事故



東日本大震災

発生日時 : 2011年3月11日 (金) 14時46分

マグニチュード : 9.0

震 度 : 7 宮城県北部

: 6強 宮城県南部・中部、福島県中通り・浜通り、茨城県北部・南部、栃木県北部・南部

: 6弱 岩手県沿岸南部・内陸北部・内陸南部、福島県会津、群馬県南部、埼玉県南部、千葉県北西部



- 2011年3月11日 (金)、東北地方を中心に最大震度7の大地震が起こりました。
- 福島県の中通りや浜通りは震度6強、会津地方では震度6弱でした。
- 地震に続けて大きな津波が起こり、東日本の太平洋側の地域が大きな被害を受けました。
- 津波の高さは10メートル以上にもなり、建物の5階まで水につかってしまった地域もありました。

津波



津波はどのくらい高かったの？

相馬市の場合 9.3m以上

* 気象庁観測データより



松川浦漁港付近の津波被害
出典：(財)消防科学総合センター 災害写真データベース

20m 鉄筋コンクリートビルも全面破壊する

15m 4階建程度の建物が水没する

10m 3階建程度の建物が完全に水没する

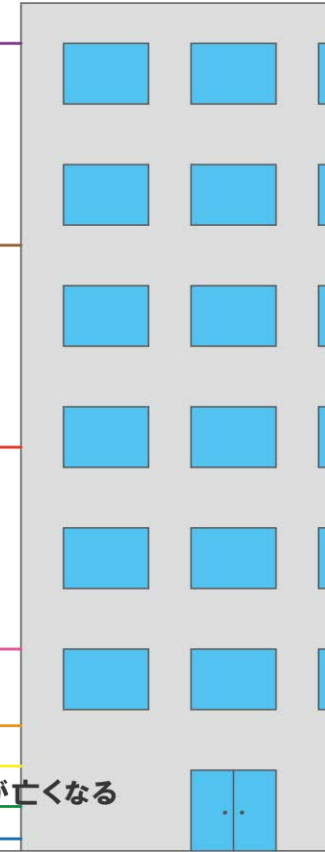
5.0m 2階建程度の建物が水没する

3.0m 木造家屋のほとんどが全壊する

2.0m 木造家屋の半数が全壊する

1.0m 津波に巻き込まれるとほとんどの人が亡くなる

0.3m 避難行動が取れなくなる



3

- ・ 大津波：県内では浜通り沿岸部で浸水しました。津波の高さは、地域によって違いがありました。（相馬市9.3m いわき市小名浜3.3m）
- ・ 気象庁が津波警報・注意報を発表する基準は、以下の通りです。
- ※ 「大津波警報」：予想される津波の高さが3mを超える場合、「津波警報」：予想される津波の高さが1mを超え3m以下の場合、「津波注意報」：予想される津波の高さが高いところで0.2m以上1m以下の場合であって津波による災害のおそれがある場合
- ・ 津波が到着するまで：津波は地震が起きてからすぐにやってきます（震源地によりますが近くだと30-40分くらい）。昔から津波被害の多い岩手や宮城では、自分の命は自分で守るという意味の「命てんでんこ」という言葉があります。津波が起きたら一時を争うので、自分の責任でいち早く避難するよう「津波てんでんこ」という標語になっています。
- ・ 津波が起きたら高台などにすぐ避難しましょう。
- ・ 身の回りで、どこに避難すればよいか日頃から確かめておきましょう。

福島第一原子力発電所の事故



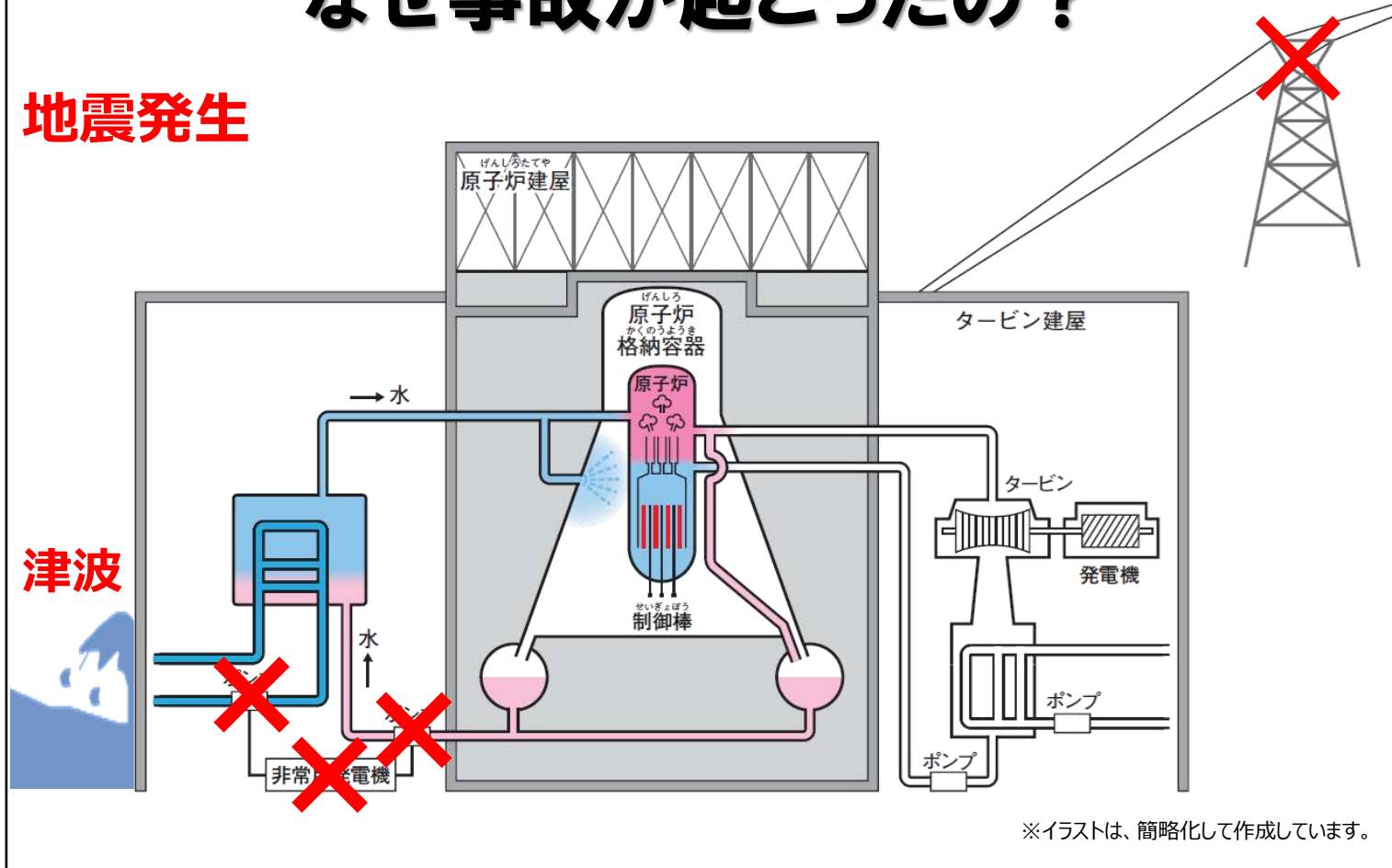
出典：東京電力ホームページ「地震発生と事故」

- その大きな地震と津波によって、福島県の海沿い（浜通り）にある東京電力福島第一原子力発電所で事故が起きました。

なぜ事故が起こったの？

地震発生

津波



5

- 地震により原子炉では自動的に制御棒*が挿入され、運転が止まりました。*制御棒：原子炉を制御するための装置
- 原子炉の運転が止まった後でも、原子炉を冷やすためポンプで水を送り続ける必要がありましたが、地震の影響で送電線が損傷し、電気が止まりました。
- これに伴い、非常用電源より電気が供給されましたが、押し寄せた津波によって非常用電源が水没し、使えなくなっていました。
- そのため、原子炉にポンプで水を送ることができなくなっていました。
- そして原子炉の温度はどんどん高くなり、燃料を冷やしていた水が水蒸気となり、燃料のまわりの金属と反応して水素がたくさん発生しました。

事故の様子

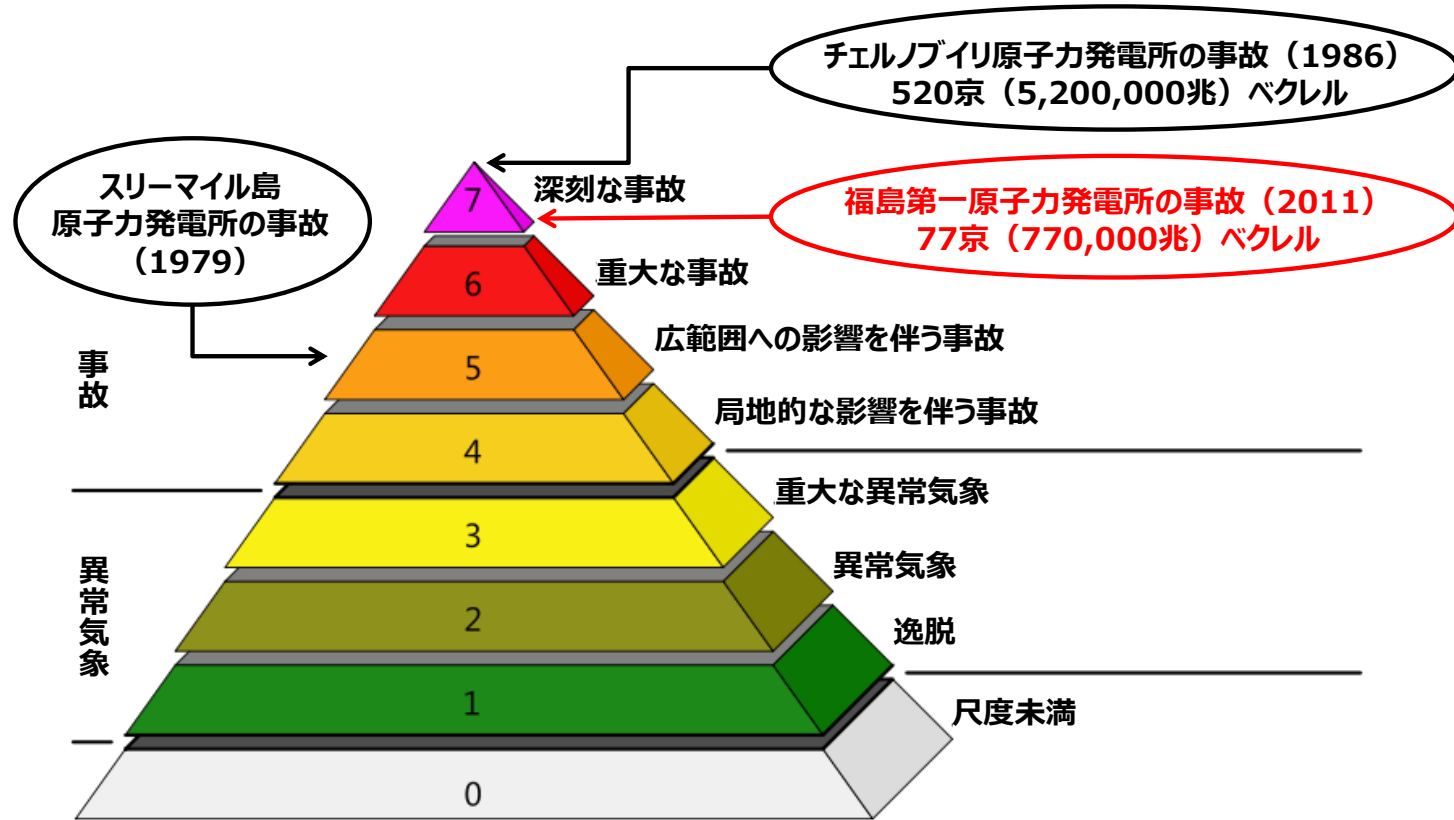
福島第一原子力発電所 1号機



写真引用：文部科学省「中学生・高校生のための放射線副読本」
撮影：福島県災害対策本部

- この水素が原子炉建屋にたまり、水素爆発が発生、建屋が吹き飛び、放射性物質が環境中に放出されました。

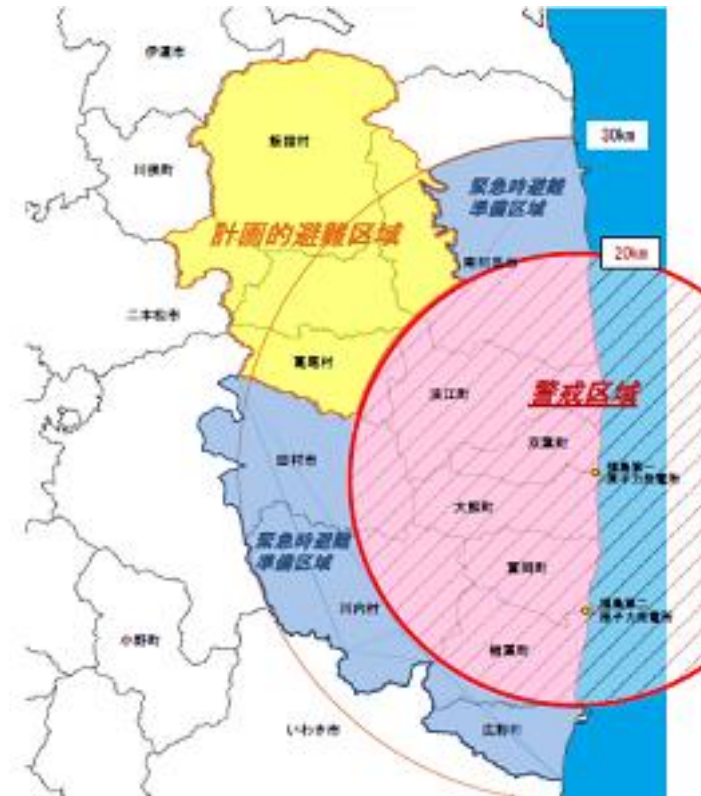
どのくらいの事故だったの？



出典：原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書（2011年6月）より作成

- 原子力施設などの異常事象や事故は、その深刻度に応じて8つのレベルに分類されます。
(参考) <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r3kisoshiryo/r3kiso-02-02-01.html>
- 福島第一原子力発電所の事故はチェルノブイリ原子力発電所の事故と同じレベル7と判断されていますが、環境中に放出された放射性核種と放射量は大きく異なります。
- 福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の大気への放出量に関して、ヨウ素131ではチェルノブイリ原子力発電所の事故の10分の1以下、セシウム137は6分の1、セシウム134は3分の1とされています。
- 現在、原子炉は冷却されていて、6基ある原子炉はすべて廃炉が決定していますが、増え続けている汚染水/処理水をどうするかなど、問題はまだまだ続いています。

日常生活はどうなったの？



避難区域の状況（平成23年4月22日時点）

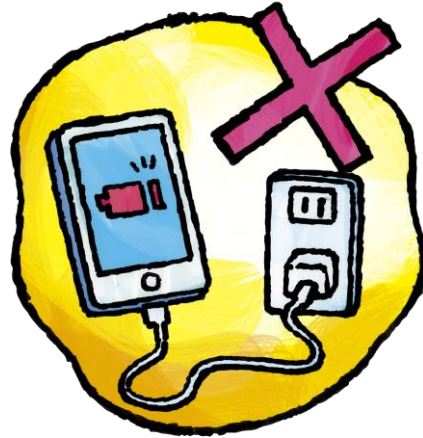
- 避難指示：原子力発電所から半径3km圏内(3月11日)、20km圏内(3月12日)を対象に、避難するように政府から指示が出ました。
避難者数：98,536人（2011年5月12日時点）＊避難：家から離れて安全な場所に移ること。
- 避難所：学校の体育館などが避難所になりました。イベントやコンサートが開かれる郡山市のビッグパレットふくしまや埼玉県のさいたまスーパーアリーナにも大勢の方々が避難しました。
避難所を転々と移動した人も多く、避難途中で体調を崩したり、亡くなったりした方もいました。現在でも、自宅に戻れない方が大勢います。避難の大変さや気持ちを考えてみましょう。

日常生活はどうなったの？

停電



断水



外出や外遊びの制限



- 電気：数日後に復旧。復旧まで外は真っ暗でした。
- 水道：多くの場所で、断水が続きました。
- 放射線影響の不安：放射性物質が広い地域に拡散したため、屋外での活動が控えられました。このため、外で遊ぶ機会が減り、運動不足になりがちでした。

日常生活はどうなったの？

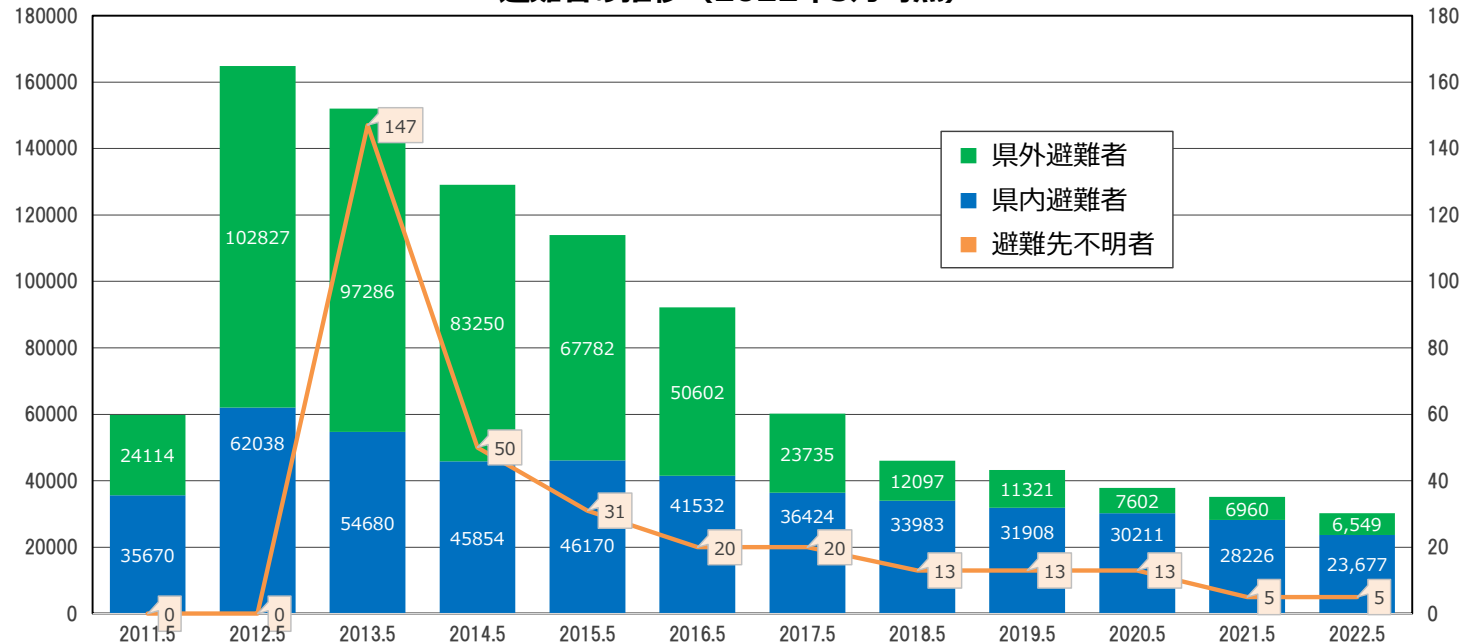


- 食料：震災直後はスーパーの多くが閉まったり、開いているお店では、水や食料を求めて人々が殺到、食料品がすぐになくなり品薄の状態が続きました。普通に買い物が出来るようになるまでしばらく時間がかかりました。
- 水：自治体で給水車を出したり、井戸が出る場所ではご近所に水を分け合いました。日頃から、いざというときに備えて、水や食料品を用意しておきましょう。

避難状況は？

避難者は2012年のおよそ16万5千人をピークに減少していますが、現在でも多くの方々が避難を続けています。

避難者の推移（2022年5月時点）



【出典】 福島県災害対策本部「平成23年東北地方太平洋沖地震による被害状況即報」各月報より作成

- 県内外への避難者：2012年5月の16万4,865人をピークに減少していますが、現在でも約3万2千を超える方々が避難を続けています（2022年3月時点）。

（参考）福島県ホームページ災害対策課 平成23年東北地方太平洋沖地震による被害状況即報

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/16025b/higashinihondaishinsaihigai.html>

- 避難者の内訳：県内避難25,736人 県外避難6,623人 避難指示の解除に伴い、県外へ避難していた方が県内へ戻ってきていますが、今でも避難中の方が大勢います。自治体によって避難者数はそれぞれ違いがありますので、詳しくはインターネットで確認してみましょう。新聞記事を集めて傾向を調べたりすることもできます。

主な被害

死者	19,759名（震災関連死を含む） （岩手：5,145名、宮城：10,568名、福島3,931名）
（震災関連死）	3,789名（1都9県合計） （岩手：470名、宮城：930名、福島2,333名）
行方不明者	2,553名 （岩手：1,110名、宮城：1,215名、福島：224名）
住家被害（全壊）	122,006棟 （岩手：19,508棟、宮城：83,005棟、福島：15,435棟）

【出典】復興庁「復興の現状と今後の取組」より 令和3年版「防災白書」及び緊急災害対策本部とりまとめ報（令和4年3月8日）を基に作成

【出典】復興庁「震災関連死の死者数等について」より 東日本大震災における震災関連死の死者数（令和4年3月31日現在）〔令和4年6月30日公表〕を基に作成



岩手県宮古市



宮城県気仙沼市



福島県相馬市

- 震災関連死：地震、津波などの直接的な原因ではなく、その後の避難生活での体調悪化など間接的な原因による死亡。岩手県や宮城県に比べ、福島県は震災関連死が突出して多い傾向にあります。

（参考）復興庁 震災関連死の死者数等について 東日本大震災における震災関連死の死者数

<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-6/20140526131634.html>



原子力発電所の仕組み

- 「発電所」とは、電気を作っているところです。
- 原子力発電所、水力発電所、火力発電所、風力発電所、太陽光発電所などがあります。

I. 東日本大震災と東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故について 考えてみよう!

ワークシート(事前)

Q1. 原子力発電所で、発電するために使われている主な燃料はなに？

- ① ウラン
- ② 石油
- ③ 石炭

Q2. 原子力発電所では、どんな仕組みで電気を作っているの？

- ① 水の落ちる力で水車を回して発電機を動かす
- ② 風の力を利用して風車を回して発電機を動かす
- ③ 核分裂で出る熱でお湯を沸かし、その蒸気でタービン(羽根車)を回して発電機を動かす

Q3. 原子力発電所で、水は何のために使われているの？ *正解はひとつだけとは限りません

- ① お湯を沸かして水蒸気を作るため
- ② 原子炉を冷やすため
- ③ 水力を利用して発電するため

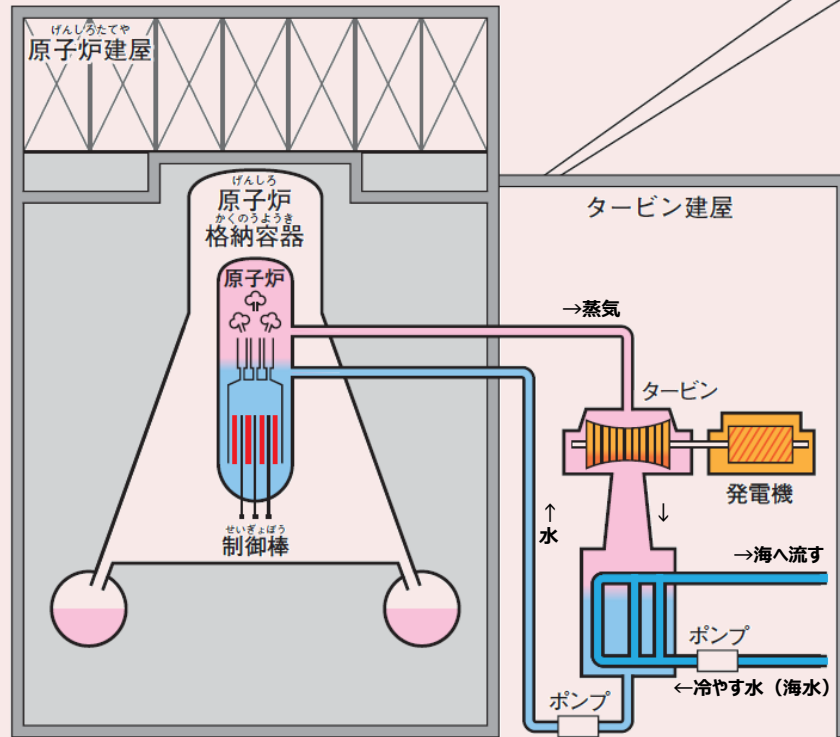
• 答え

Q1. ①

Q2. ③

Q3. ①、②

原子力発電所の仕組み

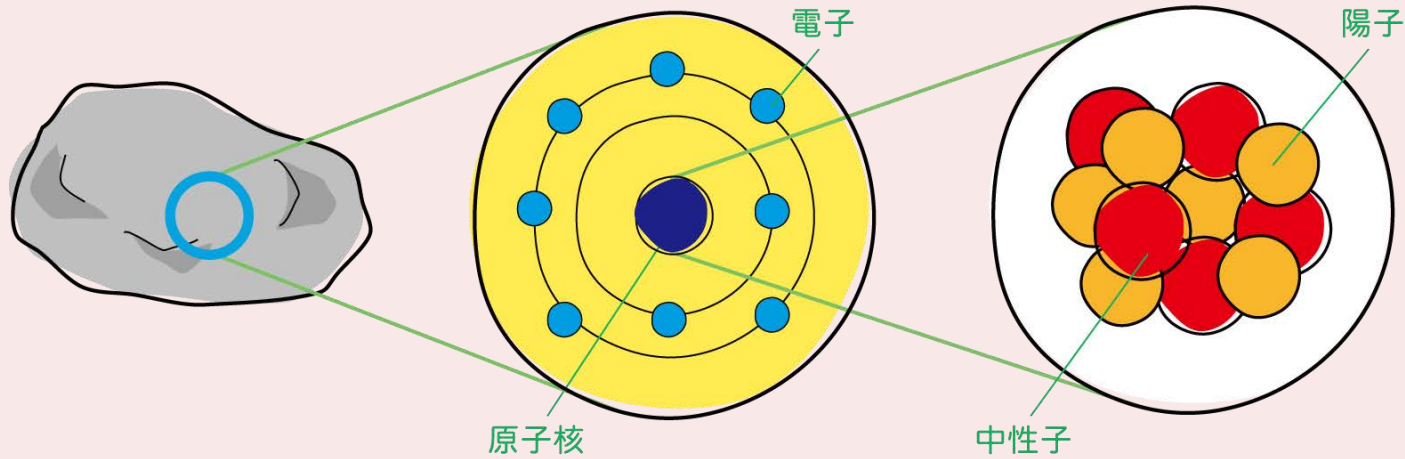


※イラストは、通常運転時を簡略化して作成しています。

- 原子力発電所では、ウランやプルトニウムなどの放射性物質の核分裂で出る熱（エネルギー）を使ってお湯を沸かして、その水蒸気を使いタービンと呼ばれる羽根車を回して発電機を動かし電気を作っています。
- お湯を沸かす装置を原子炉といいます。原子炉は熱くなりすぎると壊れてしまうので、冷やして温度の調整をしています。

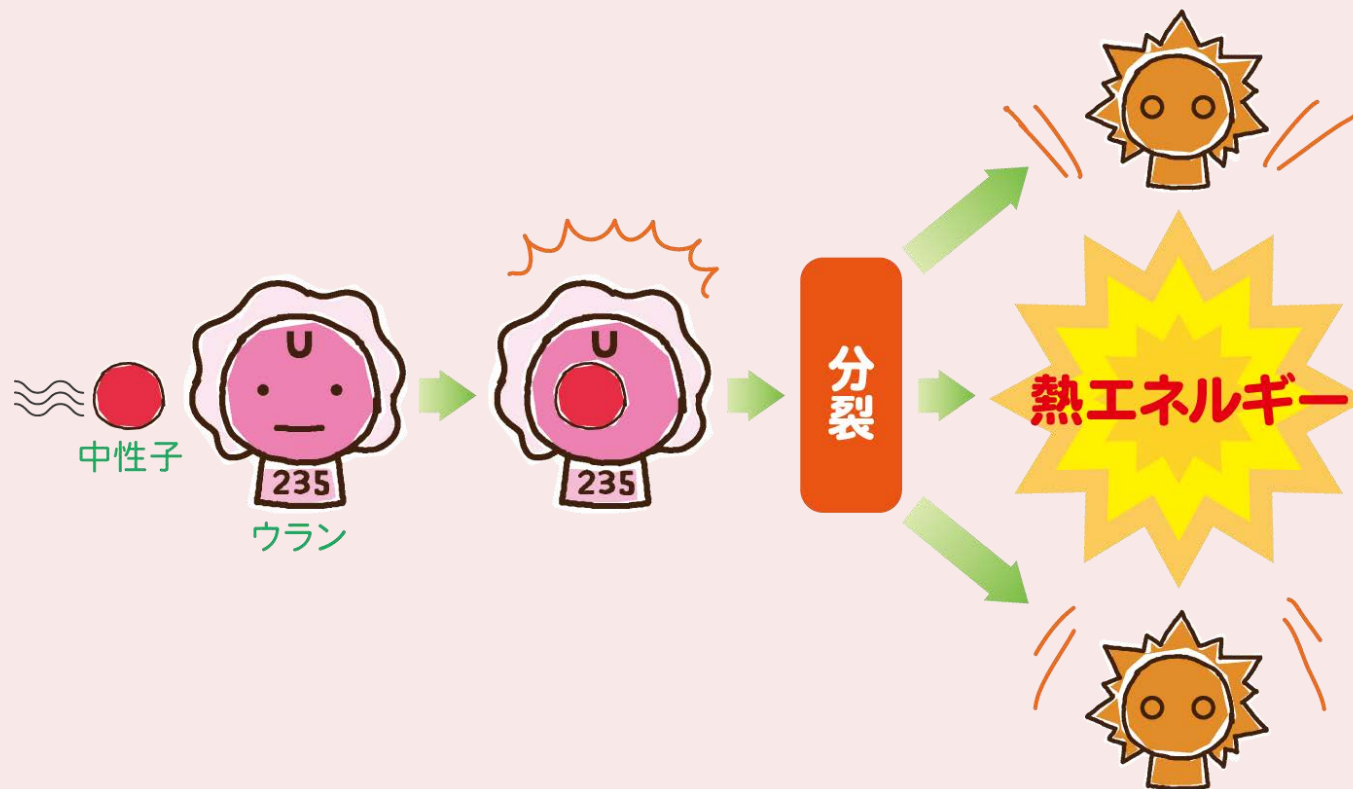
原子力の「原子」ってなに？

物質 → 原子 → 原子核



- すべてのもの（物質）は「原子」という目には見えない小さな粒が集まってできています。
- すべての原子は、中心に原子核というものがあって、原子核は更に小さな陽子と中性子の組み合わせでできていて、とても大きいエネルギーを持っています。

どうしてウランから熱が生まれるの？



- 原子力発電の燃料として使われている「ウラン」などの原子核は、中性子をぶつけると、2つの原子核に分裂する性質があります。
- このように、原子核が分裂することを核分裂といって、この「核分裂」によって熱エネルギーが発生します。
- この熱エネルギーを発電に利用したものが原子力発電です。

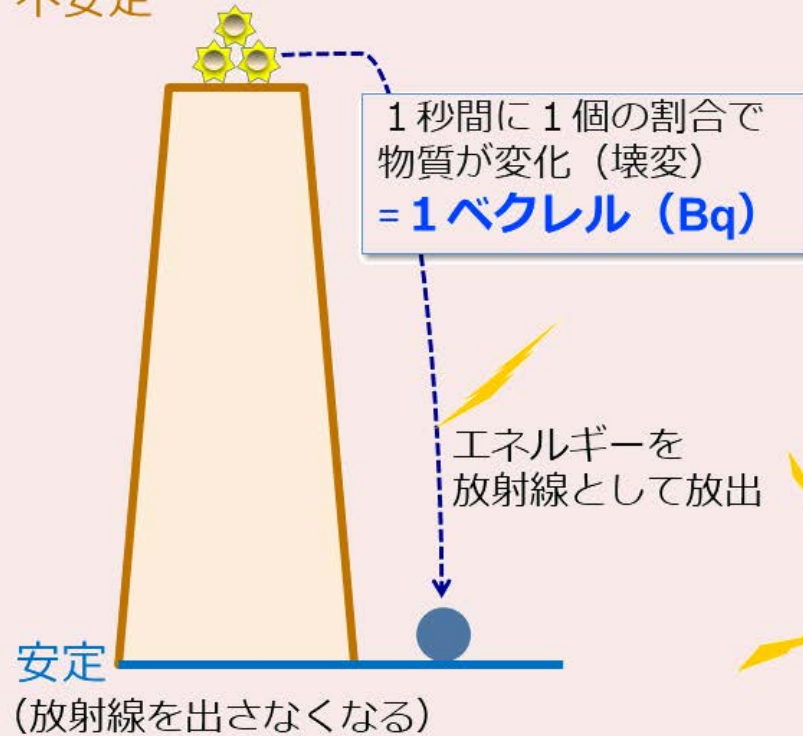


知識コーナー

放射性物質と放射線

放射性物質と放射線について

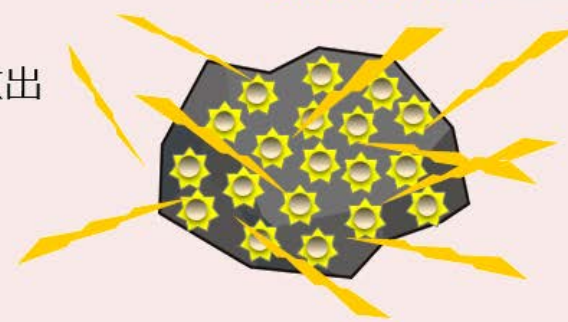
放射性物質は
不安定



1ベクレル
1秒間1個壊変



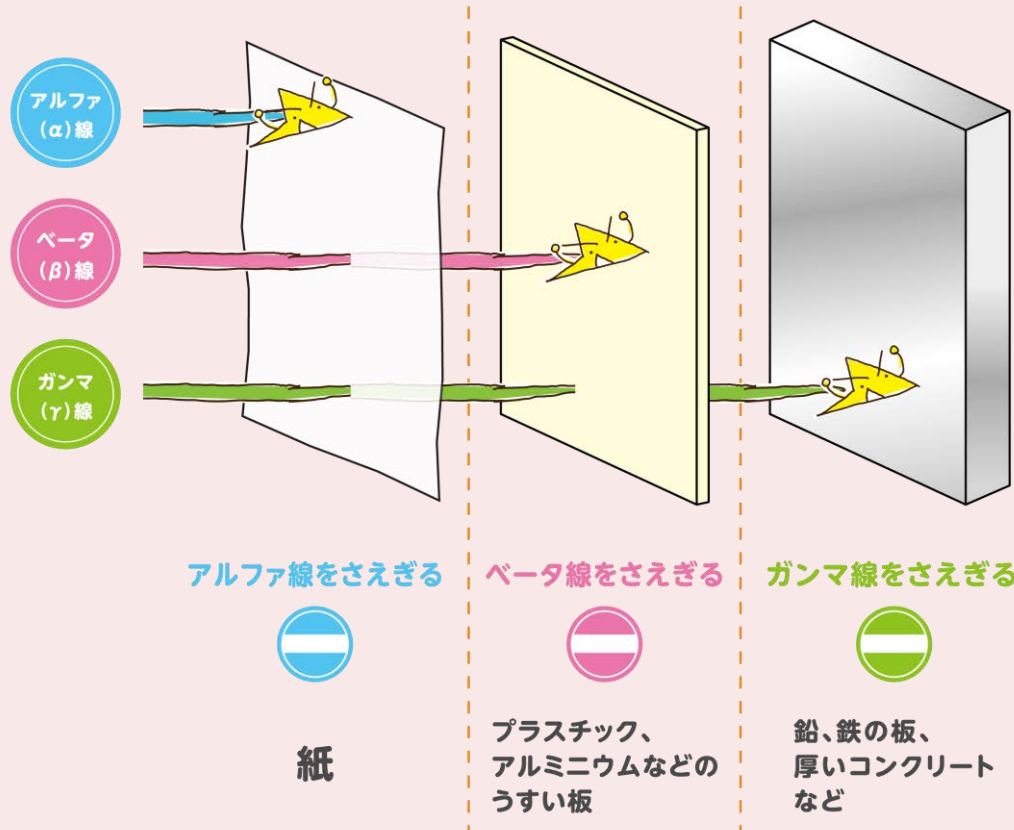
10ベクレル
1秒間10個壊変



出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」

- 放射性物質は、エネルギー的に不安定な状況にあります。
- そこで、余分なエネルギーを出して、安定な状況に変わろうとします。
- このエネルギーを放射線として放出します。

放射線の種類と性質

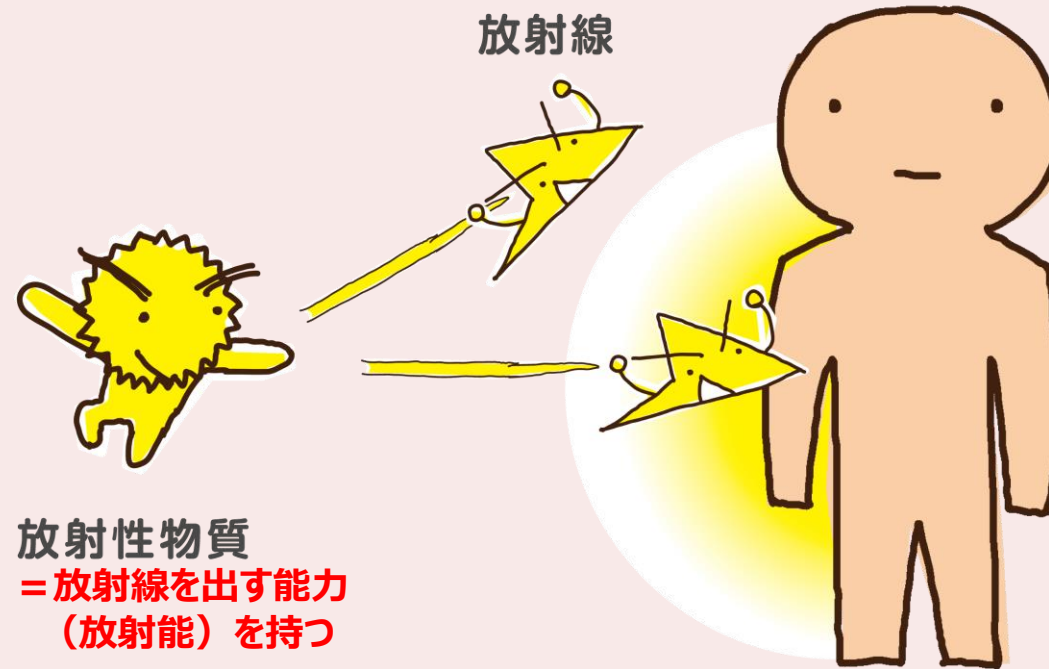


放射線の種類によって性質が違いますね



- 放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線のほかに、エックス線などがあります。
- アルファ線は、紙1枚でさえぎることができますが、ガンマ線は、プラスチックやアルミニウムも通り抜けます。
- 今でも残っている放射性セシウムは、ベータ線とガンマ線を出します。

放射線の単位～その用途と意味～



放射性物質
= 放射線を出す能力
(放射能) を持つ

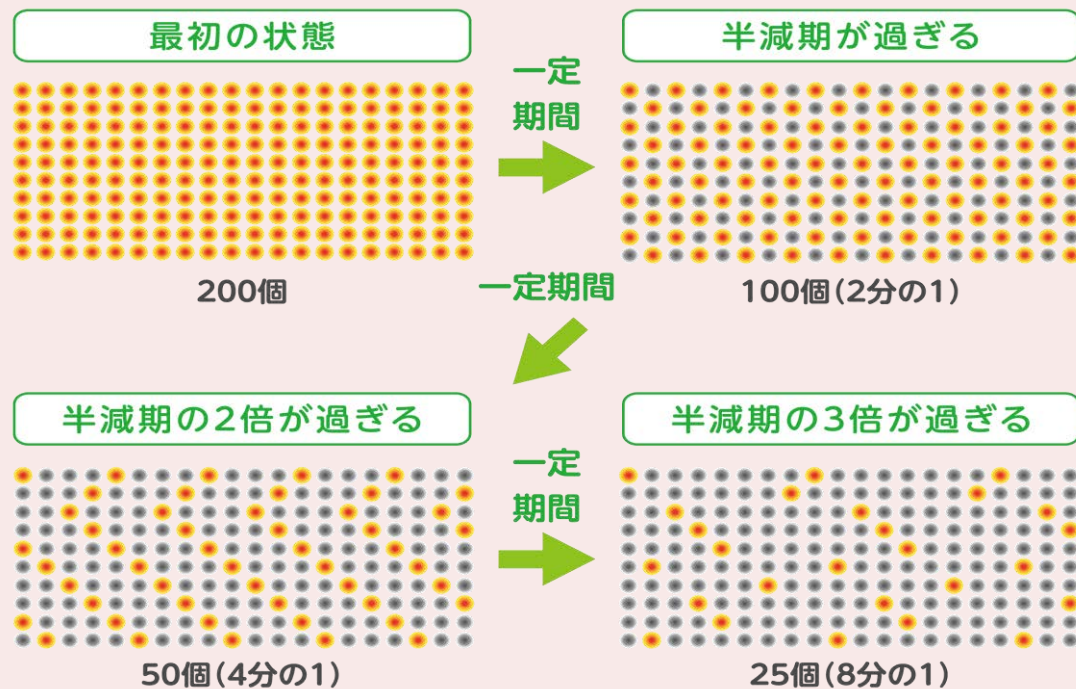
ベクレル (Bq)
放射能の単位

シーベルト (Sv)
人が受ける放射線被ばく線量の単位

- 放射性物質は放射線を出します。放射線を出す能力を「放射能」といいます。
- 放射性物質が1秒間にどのくらい放射線を出すかの単位をベクレル (Bq) 、放射線が人の体に与える影響の強さの単位をシーベルト (Sv) といいます。

放射性物質の性質～半減期～

放射性物質が放射線を出す力（放射能）は、時間とともに減っていく性質があります。その能力が半分になるまでの時間を「半減期」といいます。



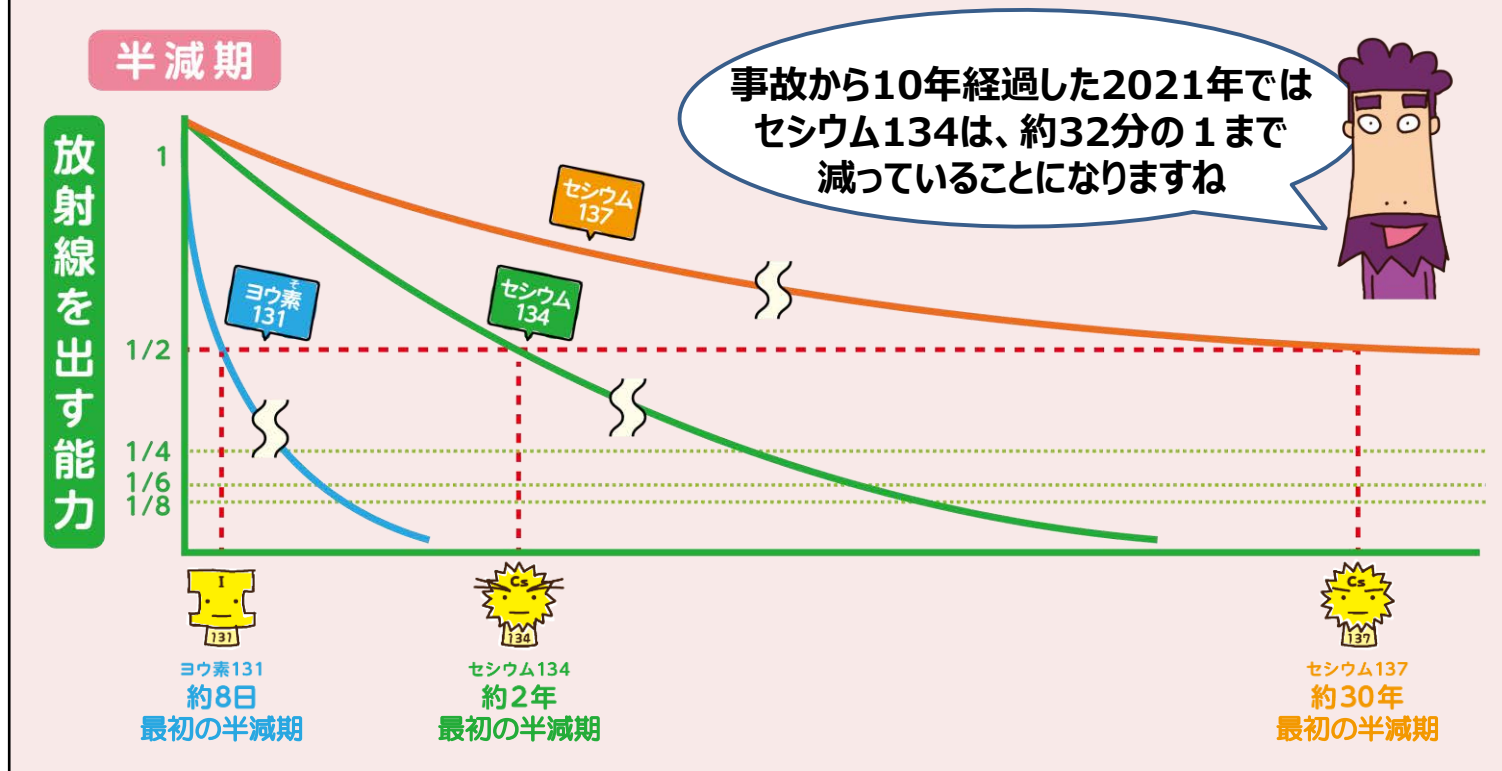
出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」

放射能は
時間とともに減って
いくんですね



- 放射性物質には「半減期」と呼ばれる性質があります。
- 半減期になると、最初の状態から2分の1、さらに2倍の時間が過ぎれば4分の1へ、放射能は時間と共に減っていきます。

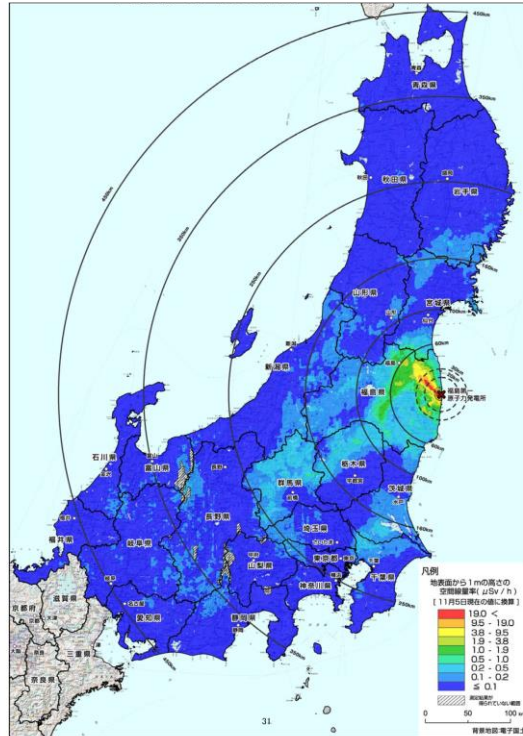
放射性物質の種類によって 半減期は異なる



- 放射性物質の種類によって、半減期は決まっています。
- 「ヨウ素131」は約8日、「セシウム134」は約2年、「セシウム137」は約30年です。
- 事故から10年目の2021年ではセシウム134は $1/32$ ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$) となります。
- これらの物質は福島第一原子力発電所の事故により（環境中に）放出されましたが、事故から時間が経ち、現在でも残っているのは放射性セシウムです。

福島第一原子力発電所の 事故後の放射性物質の広がり

放射性物質（放射性セシウム）は どこまで広がったの？



出典：文部科学省/文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について(平成23年12月16日時点)

風で流され、その途中で雨や雪とともに
地面に落ちたんですね



25

- 福島第一原子力発電所から外（環境中）に放出された放射性物質は風によって北西に広がり、その後、風向きが変化しました。それから雨や雪が降り、それにっついて地面に落ちました。
- 放射性物質は福島県内だけでなく、関東地方など広範囲に広がりました。

環境中に広がった放射性物質



今でも残っているのは
半減期が長い放射性セシウム
なんですね



26

- 福島第一原子力発電所から環境中に放出されて、広範囲で見つかった主な放射性物質はセシウム134、セシウム137、ヨウ素131です。
- このうち、今でも残っているものは、セシウム134、セシウム137です。

※ このほかに、テルル129（半減期34日）、銀110（半減期250日）が比較的広範囲で見つかりましたが、これらの核種による線量は放射性セシウムに比べて極めて低いことが確認されています。

**その後 放射性物質は
どうなったの？**





- 風に乗って飛んでいった放射性物質は、雨や雪といっしょに地面に落ちて、土や道路、屋根や木などにくっきました。

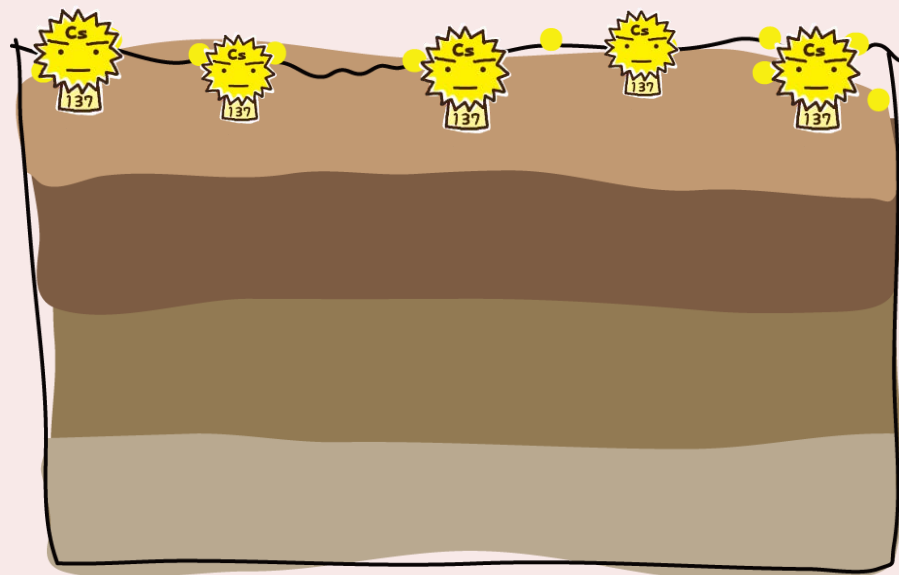


知識コーナー

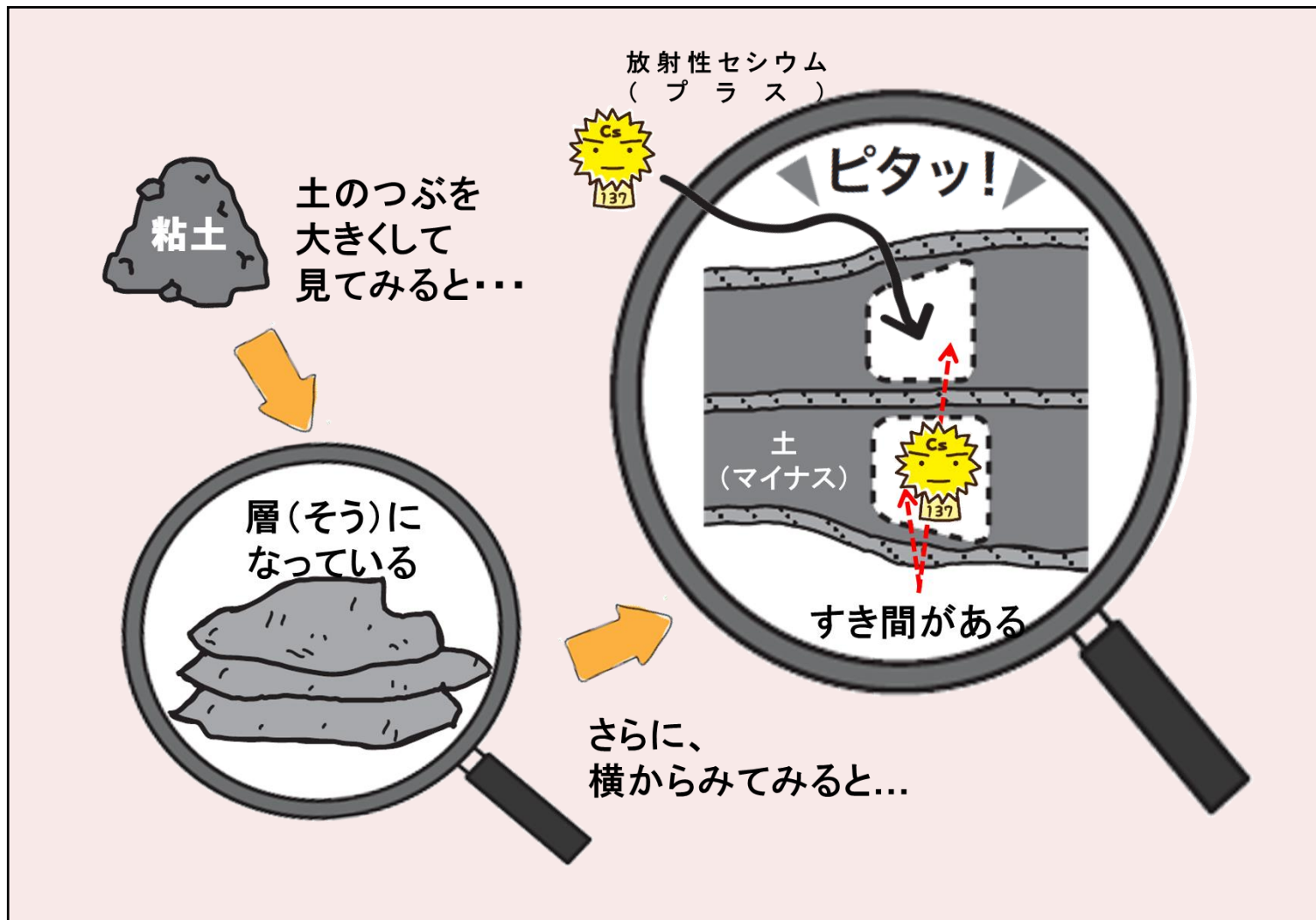
放射性セシウムの性質

放射性セシウムは 土にくっつきやすい

土



- 福島第一原子力発電所の事故で環境中に放出された放射性物質のうち、今でも多く残っているのが放射性セシウムです。
- その放射性セシウムは、土（特に粘土）とくっつきやすい性質があります。



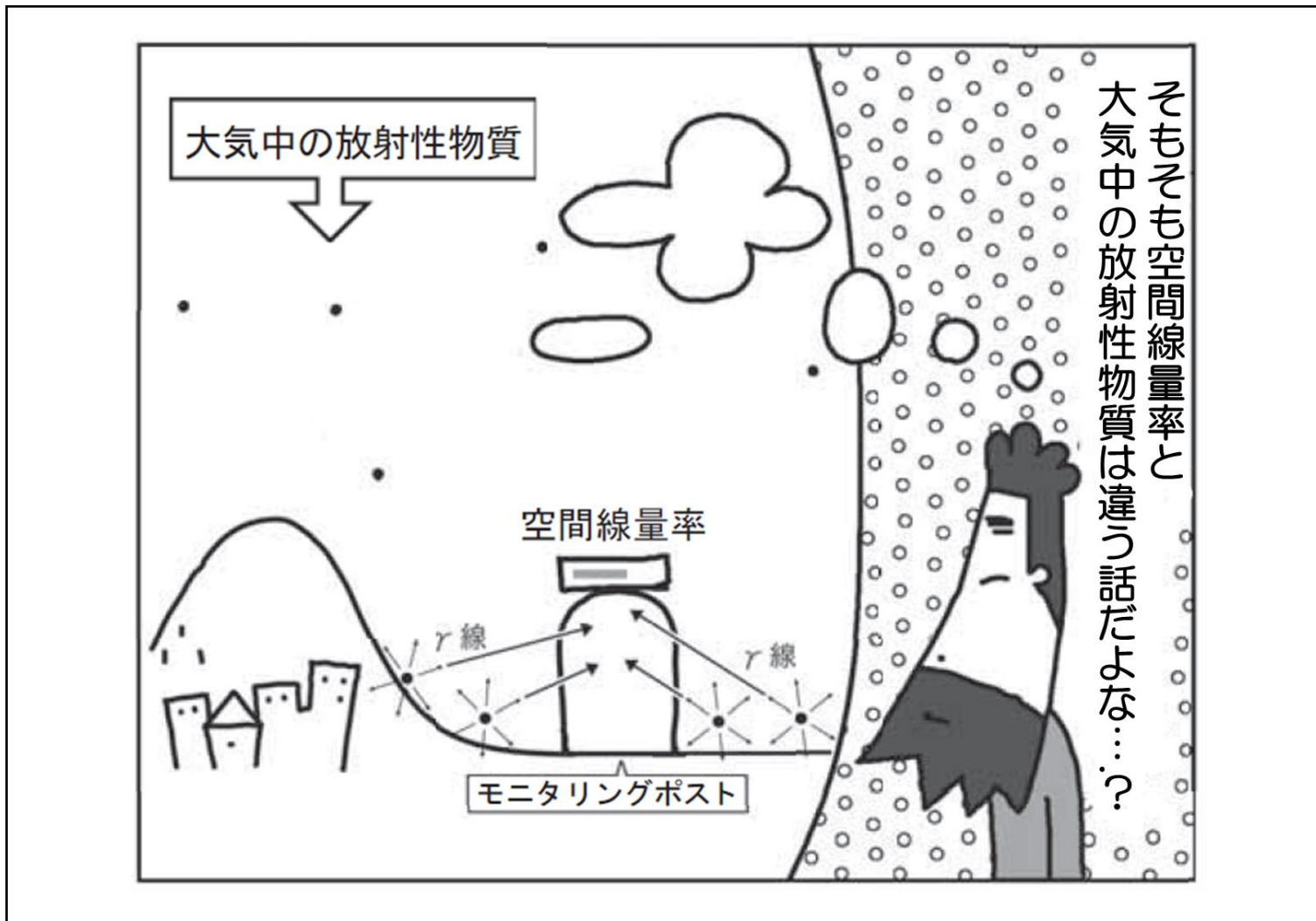
- 土にはマイナスの電荷*があって、放射性セシウムにはプラスの電荷があるので、土に引きつけられます。
*電荷：物体が帯びている電気（プラス、マイナス）のこと
- 土に存在する小さい粒子（粘土）には小さいすき間があって、放射性セシウムはそのすき間にピタッと入りこむと出られなくなります。

事故で放出された放射性物質は 空気中に漂っているの？



32

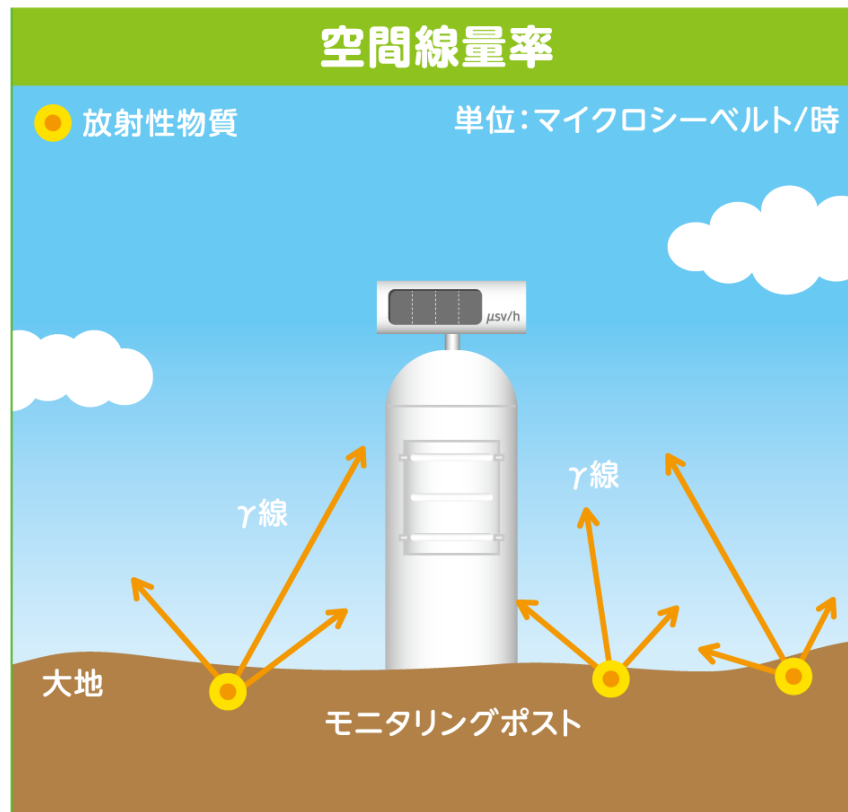
- 原発事故直後は、放射性物質が空気中に漂っているのではないかと不安を持つ方が多くいらっしゃいました。



- 福島第一原子力発電所の事故で放射性物質が環境中に放出されたことで、放射線量は高くなりました。
- そもそも空間線量率と大気中の放射性物質はどう違うのでしょうか。
- また、モニタリングポストは主にどこからくる放射線を測っているのでしょうか。

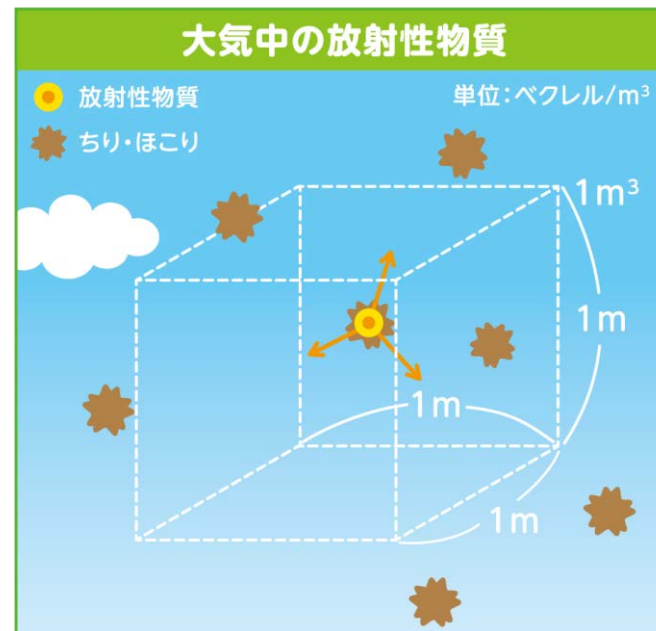
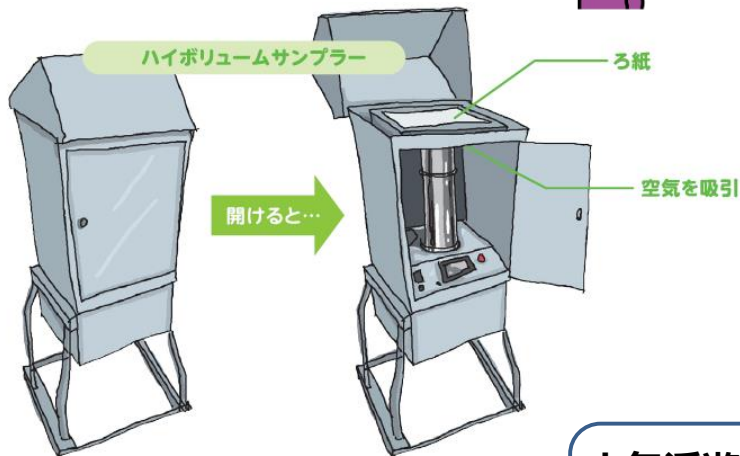
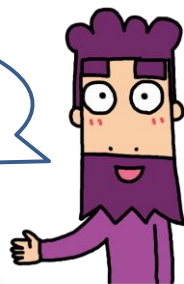


空間線量率はモニタリング
ポストなどで測定します



- 空間線量率とは、空間のガンマ線を測定したもので、1時間あたりのマイクロシーベルトで示します。
- モニタリングポストで測定しているものは、主に地面などからの放射線です。
- 事故前と比べて、放射線量（空間線量率）が高いのは、土などにくっついていて放射性物質の影響です。

大気中の放射性物質は
ダストサンプラーで集めます



大気浮遊じんの測定結果をみると
放射性セシウムは
ほとんど検出されていません



国立大学法人福島大学名誉教授
地球にやさしい"ふくしま"県民会議代表
渡邊 明 先生

ふくしま復興ステーション 大気浮遊じんモニタリング結果情報

検索

- 大気中の放射性物質に関しては、大気中のちりやほこりなど（10 μ m以下の粒子を「大気浮遊じん」という）に放射性物質が付着しているかどうかを調べています。空気中の浮遊じんを採取し、1m³（立方メートル）に含まれる放射性物質の量を測定し、1m³（立方メートル）あたりのベクレルで示します。
- 事故から時間が経過した今、大気浮遊じんの測定結果をみると、放射性セシウムはほとんど検出されていません。
- 現在、空気中にはほとんど放射性物質はありません。
- 福島県では、大気浮遊じんのモニタリングを行っていて、その測定結果はホームページで確認することができます。

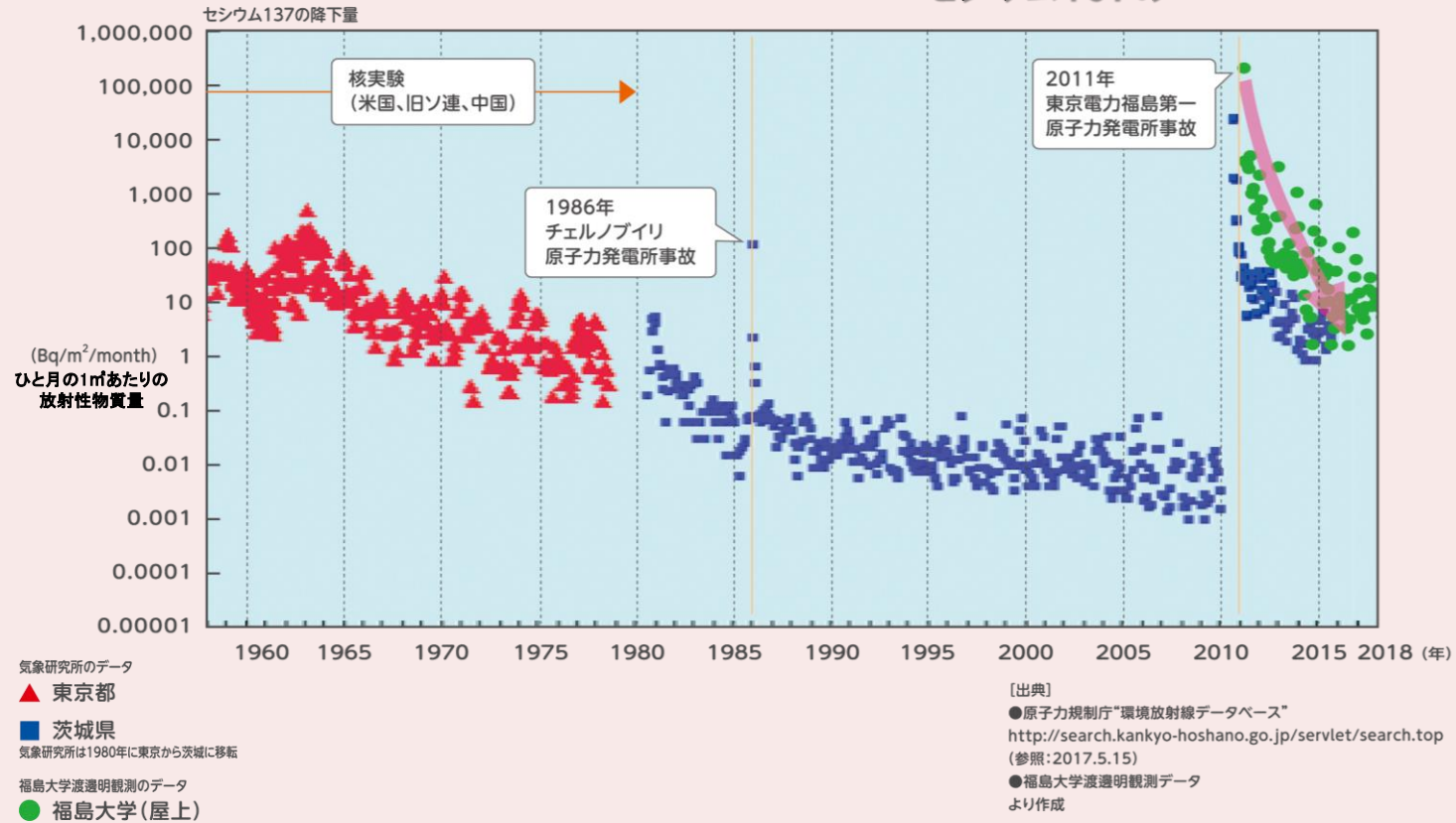


福島第一原子力発電所事故の 前から放射性セシウムは 存在していた

- そもそも自然界に放射性物質は存在しているのですが、放射性セシウムは人工的な物質で、自然のものではありません。
- しかし、福島第一原子力発電所の事故の前から、大気中で放射性セシウムは検出されていました。それは、どうしてでしょうか？

1957年から2018年までの計測結果

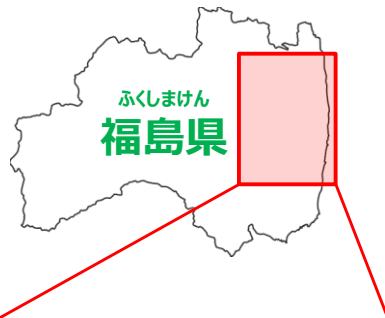
セシウム137の



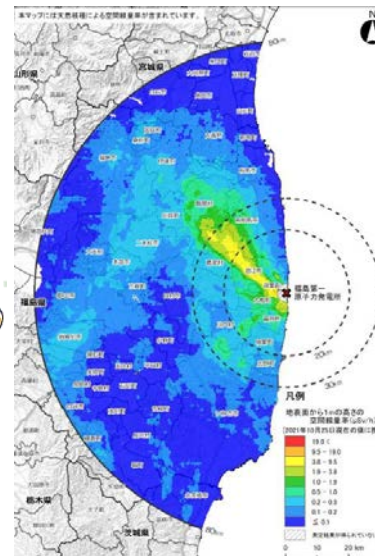
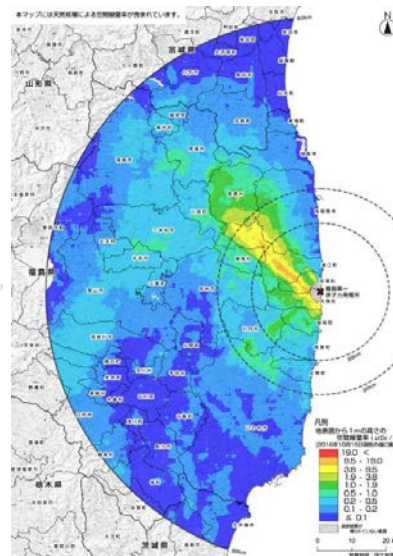
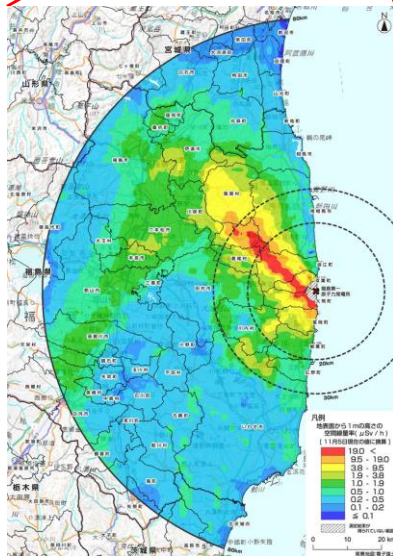
- アメリカや旧ソ連、中国などが過去に行った核実験やチェルノブイリ原子力発電所の事故などの影響により、福島第一原子力発電所の事故前から、放射性セシウムなど人工の放射性物質は存在していました。
- 2011年3月、福島第一原子力発電所の事故の影響によるセシウム137の増加が確認されましたが、その後、時間の経過とともに降下量は減少を続けています。

放射線量は怎么样了の？





時間が経つと
減っていくんですね



出典：文部科学省/文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について(平成23年11月5日時点)
原子力規制委員会 福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について(平成28年10月15日時点)
原子力規制委員会 福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について(令和3年10月25日時点)

- 時間の経過とともに、放射線量がどうなっているのかを測定した地図を見てみましょう。
- 福島第一原子力発電所の事故の後、放射線量の高いところを示していた「赤」「黄」「緑」の部分がだんだん減っていることがわかります。
- 放射性物質には、放射線を出す力＝放射能があります。その放射線を出す力は時間とともに徐々に減っていきます。
- また、風や雨など自然の影響を受けて減っていきます。
- 人が住んでいる場所などでは除染を行って放射線量を下げました。



このスライドでは、市町村毎の情報を掲載ください

住んでいる地域の放射線量が どれくらい変化したのか確認してみよう

各市町村のホームページなどで
空間線量率の変化について
情報を公表している
ところもあります。
ホームページをご確認ください。

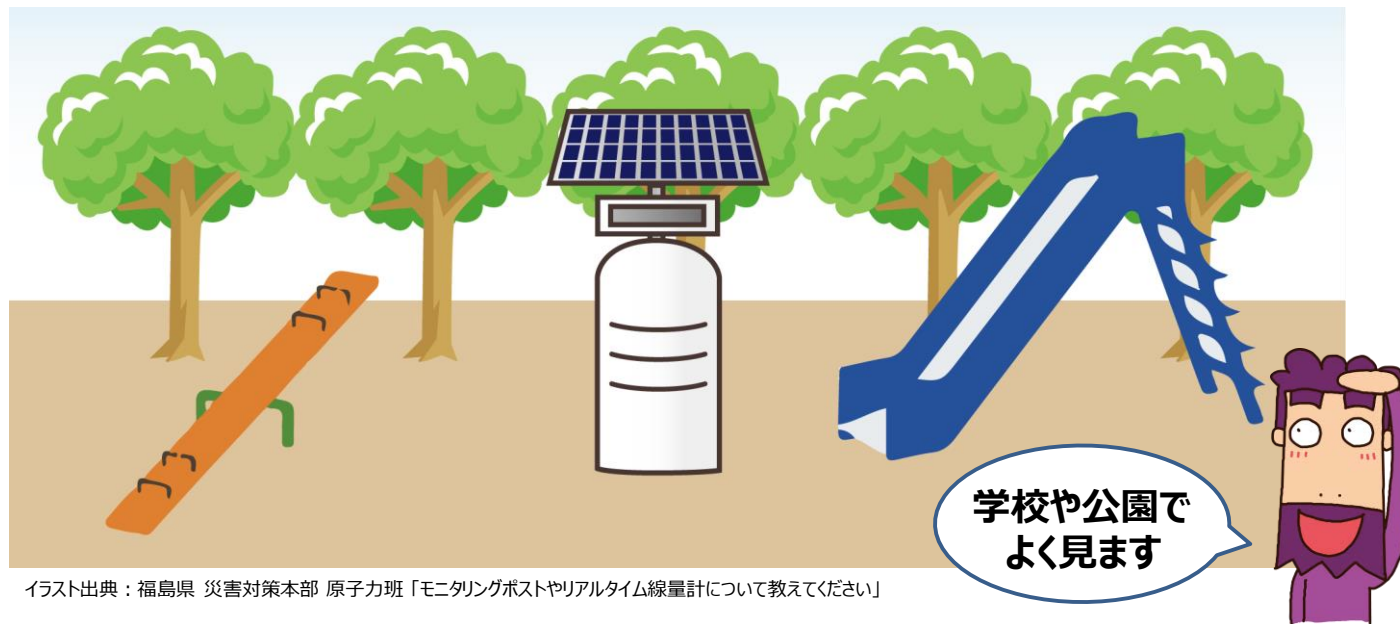


40

- 私たちが住んでいる〇〇市町村の放射線量がどうなっているのか、見てみましょう。

住んでいる地域の放射線量が どれくらい変化したのか確認してみよう

～モニタリングやリアルタイム線量計を見してみる～



学校や公園で
よく見ます

- 身近な場所の放射線がどれくらいなのかは、「空間線量率」という数値で知ることができます。
- 空間線量率を測る機械には、「モニタリングポスト」や「リアルタイム線量計」などがあります。
- その時、その空間にどれくらいの放射線があるかを測定して、数値で表しています。



このスライドでは、市町村毎の情報を掲載ください

住んでいる地域の放射線量が どれくらい変化したのか確認してみよう

～インターネットで調べる～

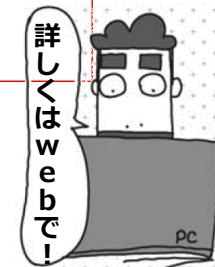
ホームページをご確認ください。

福島県放射能測定マップ

<http://fukushima-radioactivity.jp/pc/>

原子力規制委員会 放射線モニタリング情報

<http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/>



42

- 福島県が公表している「福島県放射能測定マップ」では、福島県全域で行っている放射能測定結果を確認することができます。
- パソコン用サイトのほかに、スマートフォン用のサイトもあります。
- また、原子力規制委員会の「放射線モニタリング情報」では、全国の放射線モニタリング結果をマップ形式で見ることができます。

I. 東日本大震災と東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故について まとめてみよう！

ワークシート(まとめ)

Q1. 福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質は、どのように広がったの？

.....

Q2. 福島第一原子力発電所の事故で環境中に放出された放射性物質で、今でも残っているものはなに？

.....

Q3. 自分の住んでいる地域、西日本、関東、北海道などの放射線量を調べてみよう。

.....

• 答え(例)

Q1. 福島第一原子力発電所から環境中に放出された放射性物質は風に乗って北西に拡がり、その後、風向きが変化しました。それから雨や雪が降り、それにくっついて地面に落ちました。放射性物質は福島県内だけでなく、関東地方など広範囲に広がりました。 など

Q2. 「セシウム134」、「セシウム137」

Q3. 原子力規制委員会 放射線モニタリング情報などで調べてみよう。 <http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/>